

L'HIVERNAGE DES TORTUES CAOUANNES
CARETTA CARETTA (L.) DANS LE SUD TUNISIEN

Luc LAURENT et Jean LESCURE

*Laboratoire des Reptiles et Amphibiens et UA 41137 du CNRS**

Le bassin oriental de la Méditerranée représente la seule véritable zone de nidification de la Caouanne *Caretta caretta* dans cette mer (Laurent, 1990a et b ; Whitmore *et al.*, 1991). Le marquage de femelles sur le grand site de ponte de Zakynthos (Grèce), puis leur recapture, a permis d'obtenir des indications sur leur déplacement dans ce bassin oriental (Margaritoulis, 1988a). De nombreuses bagues ont été trouvées en Tunisie, récupérées sur des individus capturés en hiver dans le Golfe de Gabès (Margaritoulis, 1988a). Par la suite, une étude menée en Tunisie en 1988, a permis d'estimer entre 4 000 et 5 500 le nombre de caouannes capturées chaque année dans ce pays, dont 70 à 80 % sont imputables aux chalutiers de Sfax pêchant en hiver dans le Golfe de Gabès (Laurent *et al.*, 1990). Cette estimation place ce secteur de la Tunisie au deuxième rang des zones de capture connues en Méditerranée, après le sud des Baléares, où 22 à 24 000 captures ou recaptures ont lieu chaque année (Aguilar *et al.*, 1992). Le Golfe de Gabès constitue aussi une zone d'hivernage (Margaritoulis, 1988a ; Laurent *et al.*, 1990), où les caouannes pourraient rentrer en état de léthargie hivernale ; des phénomènes de ce genre ont été, en effet, signalés chez des tortues marines au Mexique et aux Etats-Unis (Felger *et al.*, 1976 ; Carr *et al.*, 1980 ; Ogren et Mc Vea, 1982).

Afin d'orienter rationnellement les actions de conservation, il est indispensable d'évaluer les conséquences de cette exploitation. Pour cela, il importe préalablement de déterminer le degré de perturbation de la population par cette pêcherie au chalut de fond, c'est-à-dire connaître la taille des individus capturés et estimer le taux de mortalité résultant de l'engin de pêche (mortalité halieutique) et de l'utilisation commerciale des tortues (mortalité d'origine humaine). Le comportement hivernal des caouannes dans le bassin oriental est également important à considérer. Outre la compréhension d'un phénomène inconnu en Méditerranée, ces recherches pourraient mettre aussi en évidence de nouvelles menaces. C'est dans cette optique de biologie de la conservation que deux missions ont été organisées à Sfax. La première, en janvier 1989, s'est attachée à observer les débarquements de caouannes au port de pêche de Sfax et à noter leur utilisation. De nombreuses données biométriques et des échantillons de contenus stomacaux ont pu aussi être collectés. La deuxième, en janvier et février 1990, a permis à l'un

* Adresse : Muséum National d'Histoire Naturelle, 25, rue Cuvier, F-75005 Paris.

d'entre nous (L.L.) d'embarquer à bord d'un chalutier pour étudier l'indidence du chalutage sur les caouannes, ainsi que le comportement hivernal de l'espèce dans cette région.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

ZONE D'ÉTUDE ET MÉTHODE DE PÊCHE

En Tunisie le chalutage est pratiqué plus particulièrement le long du littoral sud, entre Sousse et la frontière libyenne (Fig. 1). Cette côte est caractérisée par un vaste plateau continental dont la superficie (délimitée par l'isobathe des 200 m) est d'environ 59 000 km², et l'éloignement moyen de cet isobathe de 120 km. Le port de Sfax abrite environ 250 chalutiers, soit les 3/4 de la flottille tunisienne. La plupart d'entre eux pratiquent un chalutage de fond et utilisent le chalut méditerranéen à deux faces. Ce chalutage a pour objet la pêche à la crevette *Penaeus kerathurus* pendant les deux « saisons » allant du 10 mai au 31 juillet et du 15 octobre au 15 décembre. En hiver, le chalutage a pour but la capture de poissons benthiques et nectobenthiques (Sparidae, Mullidae, Soleidae, Serranidae, sélaciens hypotrèmes et pleurotrèmes, etc.) et de céphalopodes. C'est au cours de cette période hivernale que les caouannes sont capturées par le chalutage de fond.

DÉTERMINATION DE LA TAILLE DES CAOUANNES

La taille des individus a été déterminée en mesurant la longueur courbe des carapaces le long de leur axe longitudinal, depuis l'écaille nucale jusqu'à l'extrémité la plus distale des deux dernières marginales appelées aussi supracaudales (« Standard Curved Carapace Length » ou SCCL, Pritchard *et al.*, 1983). En Méditerranée, les données biométriques sur les caouannes adultes sont très fragmentaires, seules les tailles des femelles nidifiant sur les sites de ponte de Zakynthos et de la baie de Kiparissia (Grèce) sont disponibles (Margaritoulis, 1982, 1987, 1988b). Pour les sites du Péloponèse, la plus petite femelle a une taille de 73 cm (SCCL) ($m = 83,4$, $n = 72$) (Margaritoulis, 1988b) et à Zakynthos (Margaritoulis, 1982), on ne dispose que de la plus petite classe de taille de l'échantillon des 27 femelles mesurées : 69,5-71,5 cm et $m = 80,4$ cm. La valeur seuil ≥ 70 cm (SCCL) a donc été retenue pour distinguer les caouannes de grande taille considérées comme adultes.

MESURES RÉALISÉES À BORD DES CHALUTIERS

La première campagne de chalutage à bord du chalutier A, basé à Sfax, s'est déroulée du 15 au 21 janvier 1990 et la deuxième du 21 février au 1^{er} mars 1990. Lors des campagnes, tous les traits de chalut ont été recensés et localisés. Les mesures de la température de l'air et de l'eau en surface et en profondeur ont été réalisées à l'aide d'un thermomètre électronique de haute précision équipé d'une

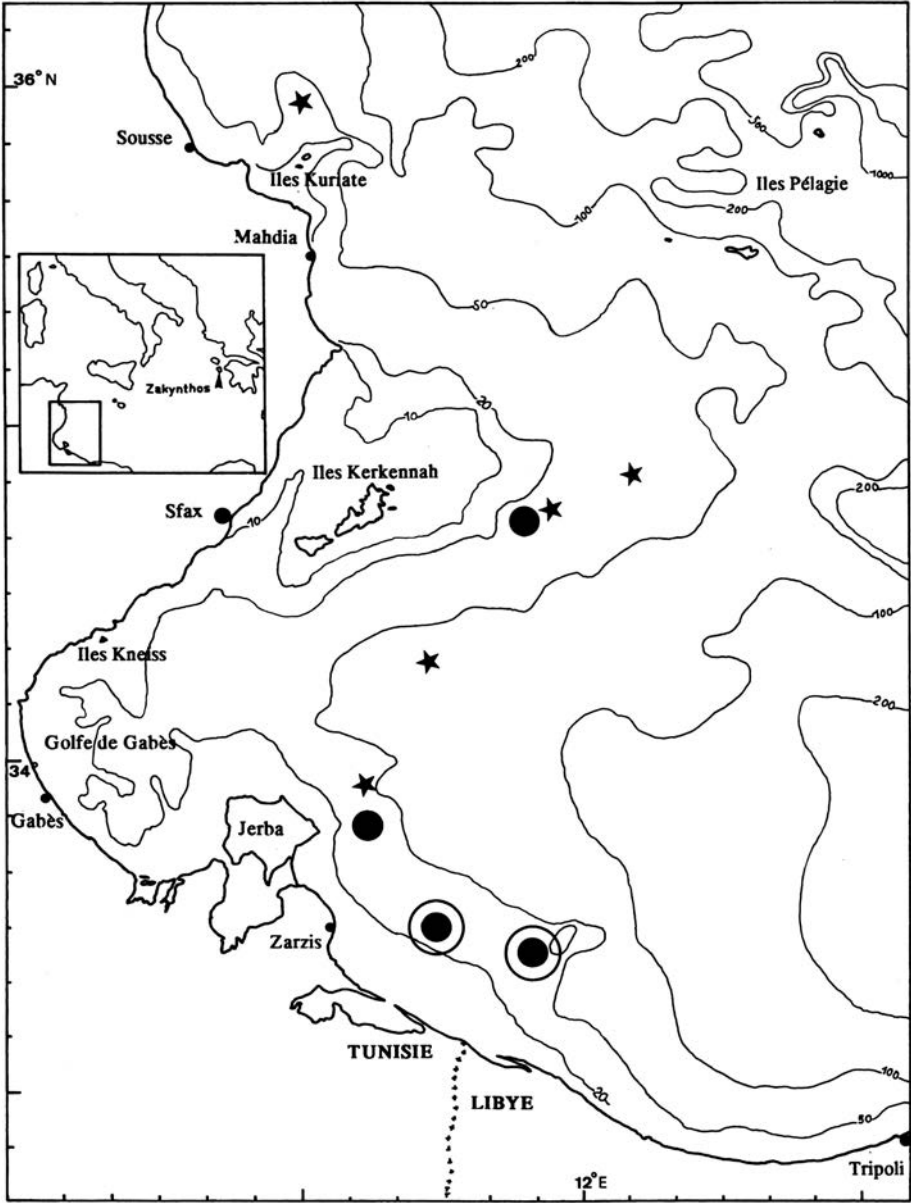


Figure 1. — Localisation des zones de capture.

- : zones de capture durant les trois campagnes
- : zones de captures selon le patron du chalutier A
- ★ : localisation d'autres captures (voir texte).

sonde. Les températures aux différentes profondeurs ont été déterminées dans un échantillon d'eau prélevé avec une bouteille océanographique à renversement d'un litre ramenée à bord en 45 secondes. Quand une Caouanne apparaissait à l'ouverture du chalut, celle-ci était déplacée le plus rapidement possible vers un lieu précis du pont. Immédiatement, une sonde thermique rigide et graduée (la même que pour les mesures de température d'air et d'eau) était introduite dans le cloaque de l'animal et les températures relevées (après stabilisation) à différentes profondeurs du rectum (tous les 5 cm et parfois jusqu'à 45 cm). Une troisième campagne de chalutage du chalutier A, a été réalisée en l'absence de L.L., du 28 janvier au 4 février 1990. Les pêcheurs ont alors mesuré eux-mêmes les carapaces (SCCL) de toutes les caouannes capturées.

ANALYSE DES CONTENUS DIGESTIFS

Des séjours quotidiens au marché aux poissons de Bab Jebli (Sfax) durant les deux semaines de la première mission (20 janvier au 3 février 1989), ont permis à L.L. de se faire accepter des poissonniers qui vendaient la viande de tortues. Au cours de l'abattage, 29 échantillons de contenus digestifs ont été récupérés. Ces échantillons stomacaux ou intestinaux étaient de volume très variable. Lors des missions de chalutage, deux échantillons ont aussi été récupérés. Ils correspondaient à des débris cloacaux obtenus lors du retrait de la sonde et du contenu stomacal et intestinal d'un individu mort à la suite d'un essai d'anesthésie pour une tentative de prélèvement du contenu digestif par lavage gastrique. Les échantillons ont été placés dans du formol à 10 %. Ils furent ensuite traités selon le protocole suivant :

- rinçage et égouttage pendant 30 mn sur tamis de maille de 1 mm de côté,
- mesure du volume égoutté,
- séparation de la matière organique fraîche non digérée et mesure de son volume,
- tri des débris et envoi d'échantillons aux spécialistes pour détermination.

Les conditions matérielles de notre travail ne nous ont pas permis d'entreprendre une véritable étude du régime alimentaire hivernal des caouannes du Sud tunisien, ceci pour deux raisons. D'une part, il a été impossible de récolter la totalité des contenus digestifs des tortues pêchées et d'autre part, les intervalles de temps séparant les captures des prélèvements d'échantillons ont été trop variables. Nous avons dû également nous limiter aux restes de proies identifiables de taille ≥ 1 mm, et nous n'avons pas pu rechercher les éventuels nématocystes de cnidaires planctoniques, proies déjà connues des caouannes (Van Nierop et Den Hartog, 1984). Méduses acalèphes et siphonophores sont cependant rares en hiver dans notre zone d'étude. Par ailleurs, il faut signaler que tous les nématocystes éventuellement trouvés dans l'intestin des tortues marines ne proviennent pas forcément de cnidaires planctoniques, car il en existe aussi chez les espèces benthiques de l'ordre des Pennatularia, qui sont parfois consommées par les caouannes (Delaugerre, 1987 ; Plotkin, 1989). Les proies dénombrées furent surtout des opercules de gastéropodes prosobranches et des chélipèdes droits et gauches de crustacés décapodes. Pour nous, l'essentiel était de savoir si les caouannes s'alimentaient ou non pendant l'hiver.

RÉSULTATS

TAILLE DES CAPTURES

Caouannes capturées lors des campagnes de chalutage

Les 15 caouannes capturées lors des 3 campagnes de chalutage étaient toutes vivantes. D'après le patron du chalutier, il en est toujours de même lors de l'ouverture du chalut sur le pont. Ces 15 individus constituent un échantillon aléatoire de la population exploitée en hiver par les chalutiers dans le Sud tunisien. La taille moyenne des tortues (SCCL) était de 73,39 cm (SD = 13,62), et le pourcentage d'individus de taille ≥ 70 cm de 73,3 % (Fig. 2).

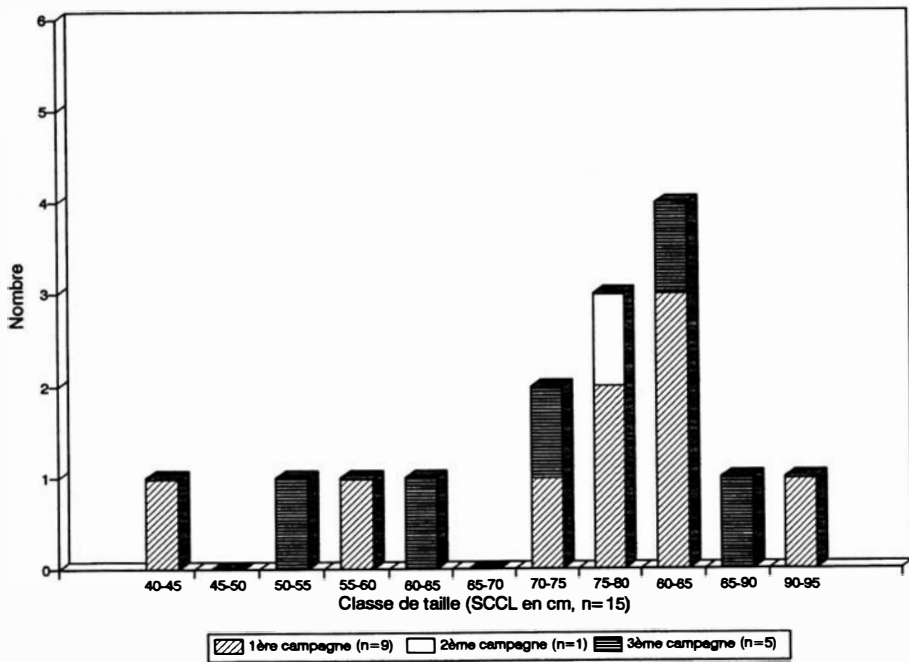


Figure 2. — Taille des caouannes capturées lors des campagnes de chalutage.

Caouannes capturées en hiver et observées en différents lieux

Des caouannes (tortues vivantes ou carapaces) capturées en hiver par les chalutiers ont été recensées et mesurées dans différents lieux : au marché aux poissons de Bab Jebli à Sfax (mission 1989), sur les quais du port de pêche et chez des particuliers. En tout 40 individus ont été mesurés (Fig. 3). Cet échantillon est biaisé en faveur des tortues de petite taille. Celles-ci se transportent et se

dissimulent plus facilement et leur carapace est plus souvent vendue comme objet de décoration ; elles sont donc davantage recensées. La taille moyenne des individus de cet échantillon était de 61,57 cm (SD = 14,57), et la proportion d'individus de taille ≥ 70 cm de 32,5 %.

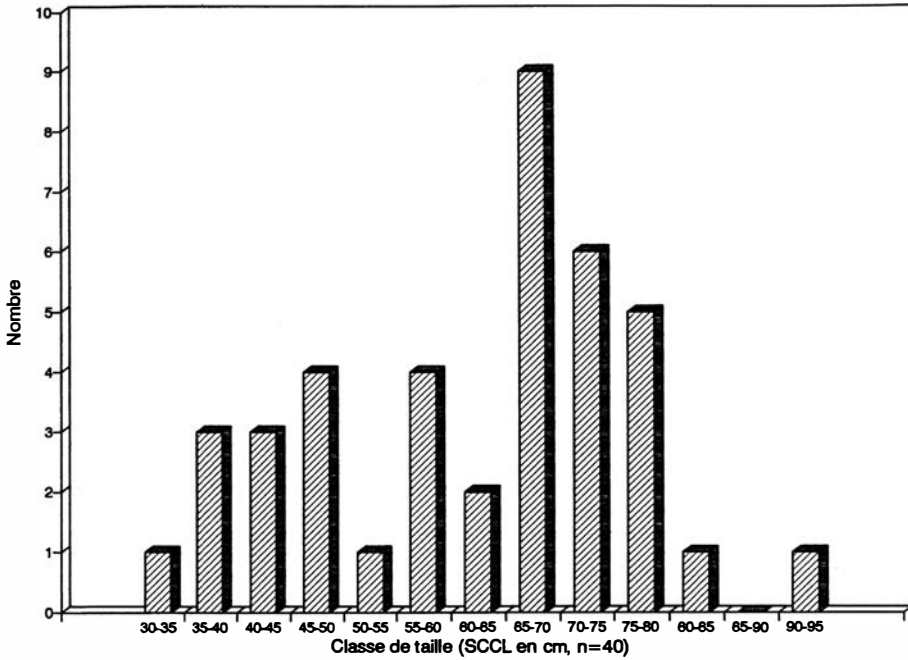


Figure 3. — Taille des caouannes capturées en hiver par des chalutiers et observées dans différents lieux.

LOCALISATION SPATIALE ET BATHYMÉTRIQUE DES CAPTURES

Au cours de la première campagne de chalutage, 50 traits de chalut ont entraîné la capture de 8 caouannes. La deuxième campagne a comporté 67 traits de chalut et une seule caouanne fut capturée. La troisième campagne s'est déroulée dans les mêmes zones de pêche et 5 caouannes ont été pêchées (Fig. 1). Les traits de chalut qui ont ramené des tortues ont été donnés sur des fonds situés entre 29 et 42 m. Ces fonds sont constitués d'herbiers de posidonies *Posidonia oceanica*, prolongés ou interrompus par des zones de sable et de vase. Seuls les déchets de six traits de chalut, sur les neuf ayant entraîné la capture d'une ou de deux caouannes, ont été étudiés. Un seul a révélé l'absence totale de feuilles de posidonies. Les caouannes furent capturées sur le fond ou dans la tranche d'eau de 2 à 3 mètres de hauteur au-dessus de celui-ci, ce qui correspond à l'ouverture verticale du chalut. La probabilité de capture durant la phase de descente du filet est nulle, car cette phase d'immersion du filet sur ces petits fonds est très brève (1 à 2 mn), le filet étant très lourdement lesté. De plus, au cours de cette descente le

chalut n'est pas traîné et donc ne pêche pas. Durant la phase de remontée, la probabilité de capture est faible. Cette phase est plus lente (4 à 5 mn), mais les panneaux étant sur le pont le filet est peu ouvert et pêche peu.

OBSERVATIONS SUR LE COMPORTEMENT DES CAOUANNES EN HIVER

Variation de la répartition bathymétrique des caouannes

Durant les campagnes de chalutage, les traits de chalut se sont succédés 24 h sur 24. Nous ne disposons des heures de capture que pour les deux premières campagnes. L'heure moyenne de capture fut de 13 h 54 mn GMT, et la longueur du vecteur moyen de $r = 0,504$ (Fig. 4). Un test de Rayleigh (Batschelet, 1981) au seuil de 5 %, ne permet pas de rejeter l'hypothèse nulle d'une distribution aléatoire des heures de capture.

Lors du déplacement du chalutier par bonnes conditions météorologiques (mer calme, ciel dégagé) permettant la détection lointaine d'une carapace de Caouanne, un minimum de 10 heures de prospection soutenue de la surface marine a été réalisée au total, à l'oeil nu et à la jumelle. Au cours des prises de température des eaux, des déplacements sur le pont, etc..., la surface marine fut également surveillée et aucune tortue n'a été vue. Selon le patron du chalutier l'observation d'une Caouanne en surface est rare en hiver, même durant les périodes de calme.

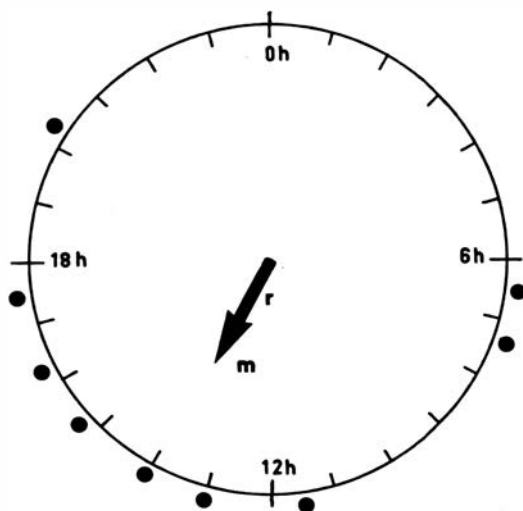


Figure 4. — Répartition horaire des traits de chalut qui ont entraîné la capture de caouannes
(n = 9, heure tunisienne)

L'heure correspond à la fin du trait, heure tunisienne = GMT + 1,
m = heure moyenne = 13 h 54 mn, r = longueur du vecteur moyen = 0,504.

Analyse des échantillons de contenus digestifs

Présence de matière organique non digérée

L'analyse des échantillons de contenus digestifs a montré la présence dans le tube digestif de proies non complètement digérées, sous forme de tissus mous non calcifiés. Cette matière organique a été trouvée dans 14 des 19 échantillons de caouannes de taille < 70 cm (SCCL), soit 74 %, et dans 9 des 12 échantillons des tortues ≥ 70 cm, soit 75 %. Le volume de cette matière organique dans les échantillons constitue parfois la totalité de leur volume égoutté (Fig. 5). Cette matière organique a souvent été retrouvée dans des échantillons stomacaux. Les éponges et les poissons constituent les plus forts volumes de matière organique et représentent les occurrences les plus fortes (Tab. I). Néanmoins, dans les échantillons 1, 2, 8 et 19 (caouannes de taille ≤ 70 cm) et 21, 24, 25, 27 et 31 (caouannes de taille ≥ 70 cm), on note l'absence d'éponges ou de poissons. Le seul échantillon dont le prélèvement (et donc la mort de l'animal) est postérieur de quelques heures à sa capture par le chalut, est l'échantillon n° 31. Cet estomac contenait 45 ml égouttés de corps frais de mollusques bivalves *Glycymeris glycymeris*, et le contenu intestinal d'un volume total égoutté de 520 ml, contenait 120 ml de corps frais de ce même bivalve, ainsi que 2 holothuries entières.

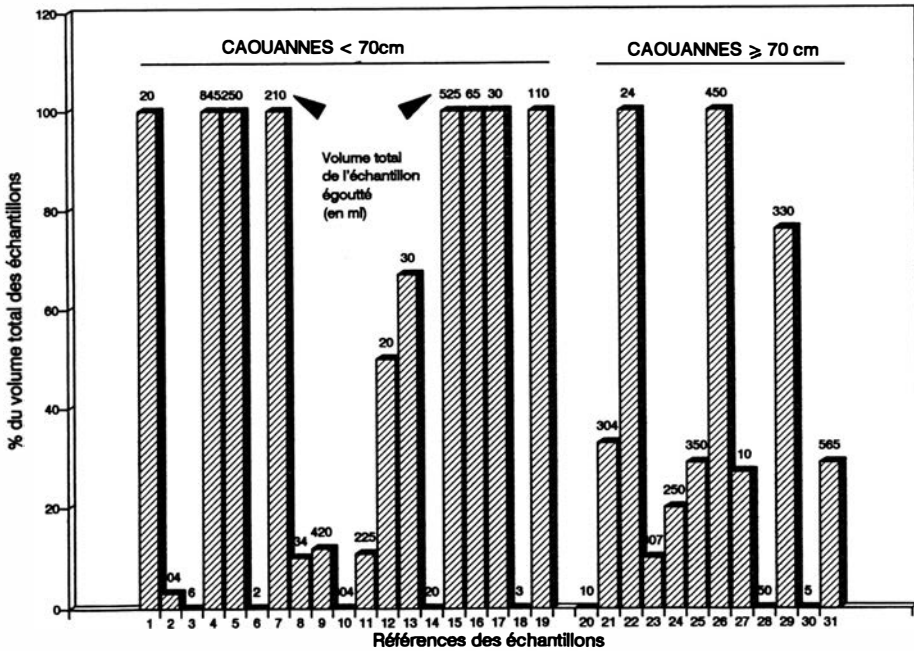


Figure 5. — Volume de la matière organique dans les échantillons (en pourcentage du volume total des échantillons).

TABLEAU I

La matière organique dans les échantillons (forme des proies et occurrence).

(n) : nombre d'échantillons avec de la matière organique ; occurrence :
pourcentage d'échantillons possédant l'item.

Proies	Taille des caouannes			
	Caouannes < 70 cm (14)		Caouannes > 70 cm (9)	
items	Forme des items	Occurrence	Forme des items	Occurrence
Eponge				
Chondrosiidae	lobes	50	lobes	11
Tethya citrina	entières	7	entières	11
Céphalopodes				
Octopoda incirrata	fragments de bras	7		
Gastéropodes				
Prosobranches	corps	7	pieds	44
Bivalves				
Bivalves			corps et pieds	22
Crustacés Décapodes				
Anomura	céphalothorax et abdomens	14	céphalothorax et abdomens	44
Echinodermes				
Holothuries	entiers	14	entiers	44
Vertébrés				
Téléostéens	entiers	28	entiers	22

La présence de cette matière organique témoigne d'une prise de nourriture par les caouannes quelque temps avant leur capture accidentelle. En hiver, dans le Sud tunisien, ces tortues ne sont donc pas inactives, mais s'alimentent.

Analyse numérique

Dans cette analyse, seuls les critères de fréquence numérique et d'occurrence des restes identifiables et dénombrables des proies des 31 échantillons, ont été utilisés (Tab. II).

Végétaux

Ce sont quelques fragments frais de faible volume, toujours pigmentés, de stolons, de frondes ou de feuilles et de rhizomes. A part quelques fragments de posidonies et d'algues brunes, les algues vertes constituent la majorité des débris de ce groupe. Les espèces rencontrées sont *Halimeda tuna*, *Udotea petiolata* et *Caulerpa prolifera*.

TABLEAU II

Analyse numérique de la composition spécifique des proies dans les échantillons.

% : pourcentage des proies dénombrables ; occurrence : pourcentage d'échantillons possédant l'item ;
chélipèdes : droits ou gauches.

Proies	Taille des Caouannes							
	Caouannes < 70 cm (19 échantillons)				Caouannes ≥ 70 cm (12 échantillons)			
Items	Forme des items	Nombre	%	Occurrence	Forme des items	Nombre	%	Occurrence
ALGUES	débris			30	débris			33
PHANEROGAMES								
<i>Posidonia oceanica</i>	débris feuilles			16	débris feuilles			50
EPONGES								
Démosponges				42				17
<i>Chondrosiidae</i>		1825 ml		37	450 ml			8
<i>Tethya citrina</i>		30 ml		5	150 ml			8
CNIDAIRES								
Anthozoaires Scléractinaires								
<i>Cleidocora caespitosa</i>	corallites	1		5				
<i>Balanophyllia europaea</i>					corallite	1		8
MOLLUSQUES								
Céphalopodes								
<i>Sepia sp.</i>	fragments sépion	3		16				
Octopoda Incirrata	fragments bras	1		5				
Gastéropodes								
Prosobranches			24	37			52	75
<i>Muricidae</i>	opercules	368		32	opercules	1111		75
<i>Cassidae</i>	opercules	8		5				
<i>Buccinidae</i>	opercules	1		5	opercules	10		42
<i>Trochidae</i>	débris coquilles	1		5				
<i>Cerithidae</i>					opercules	1		8
<i>Fasciolaridae</i>					opercules	2		8
Indéterminé	opercules	2		5				
Opisthobranches pélagiques								
<i>Cavolinia tridentata</i>	coquilles	9		5				
Bivalves			0,2	16			3	33
<i>Mytilidae</i>	débris valves	2		11	débris valves	2		8
<i>Glycymerididae</i>					débris+corps	43		25
<i>Carditidae</i>					débris+corps	5		17
<i>Pteridae</i>	débris valves	1		5				
<i>Veneridae</i>					débris valves	1		8
<i>Pinnidae</i>					débris valves	1		8
Indéterminé					pieds	15		8
ARTHROPODES								
Cirripèdes balanomorphes	entier	1		5				
Décapodes								
<i>Anomura</i>			72	26			43	42
<i>Paguristes sp.</i>	Chélipèdes	1081		21	Chélipèdes	918		42
<i>Pagurus sp.</i>	Chélipèdes	48		21	Chélipèdes	21		42
<i>Brachyura</i>	Chélipèdes	8		16	Chélipède	1		8
ECHINODERMES								
Oursins réguliers					débris de test	1		8
Oursins irréguliers	débris de test	2		11				
Holothurles	entiers	18	1	11	entiers	31	1	33
VERTEBRES Téléostéens			0,4	32			0,1	17
	entiers	5		21	entiers	2		17
	débris squelette	2		11				

Eponges

Les éponges sont représentées par des lobes et des fragments de lobes de Chondrosiidae et des formes globuleuses de *Tethya citrina*, de 2 à 3 cm de diamètre. Ces éléments issus de formes coloniales, ne peuvent pas être ramenés à un nombre d'individus et seul leur volume a donc été considéré (Tab. II). Tous les lobes de Chondrosiidae examinés se sont révélés être des *Chondrosia reniformis*. Ces éponges sont très riches en collagène et cette protéine de structure constitue d'ailleurs le seul élément squelettique de *C. reniformis* (Vacelet, com. pers.). Les éponges ont été trouvées dans les sous-échantillons stomacaux et intestinaux. Elles paraissent intactes et ne montraient pas de début de digestion.

Gastéropodes

Tous les prosobranches sont benthiques. La famille dominante est celle des Muricidae, représentée par des opercules qui peuvent appartenir à deux espèces, *Hexaplex trunculus* et *Bolinus brandaris*. Des débris de coquilles de ces deux mollusques ont été retrouvés dans les échantillons. Ces deux espèces se retrouvent aussi en grand nombre dans les déchets des coups de chalut. Un autre Muricidae est représenté par un seul opercule d'*Ocenebra erinacea*.

Les autres familles sont représentées par les espèces suivantes : *Cassidaria echinophora* (Cassidae), *Euthria cornea* (Buccinidae), *Ceritium vulgatum* (Cerithiidae), *Fasciolaria lignaria* (Fascioliidae) et *Gibbula magus* (Trochidae) représenté uniquement par des débris de coquilles qui pourraient avoir été occupés par des pagures.

Bivalves

La famille dominante est celle des Glycymerididae, représentée principalement par *Glycymeris glycymeris*. Quelques fragments de coquilles de *G. violaceus* ont été aussi trouvés. La deuxième famille observée, elle aussi sous forme de coquilles, de corps et de pieds frais de *Venericardia antiquata*, est celle des Carditidae. Les autres familles trouvées sont les Mytilidae avec *Modiolus agglutinans* et *Modiolus barbatus*, les Pteriidae avec *Pteria hirundo*, les Veneridae avec *Venus verrucosa* et les Pinnidae avec *Pinna nobilis*.

Crustacés

Le groupe qui domine est celui des décapodes anomoures. Les chélipèdes les plus nombreux appartiennent au genre *Paguristes*. Des individus entiers ou des chélipèdes avec mérus ont permis d'aller jusqu'à l'espèce *Paguristes syrtensis*. Dans la plupart des cas, seule la partie proximale des chélipèdes (dactyle) était présente et ne permettait pas de distinguer *P. syrtensis* de *P. oculatus*. Le genre *Pagurus* est représenté par *P. cuanensis*, *P. anachoretus* et *P. prideauxi*.

Les décapodes brachyours observés sont *Dromia personata*, *Carcinus aestuarii* et *Pilumnus hirtellus*. Le Cirripède balanomorpe est *Platylepas hexastylus*.

Echinodermes

L'oursin régulier représenté par un seul petit fragment de test sans piquants pourrait appartenir au genre *Echinus*. Les fragments de tests d'oursins irréguliers plus nombreux, et dont certains possédaient encore des piquants, appartiennent au genre *Spatangus*.

Les holothuries sont entières, parfois dans un état de digestion avancée. Elles appartiennent aux genres *Holothuria* et *Stichopus*. Leur taille variait de 5 à 10 cm de longueur totale.

Téléostéens

Les poissons entiers, parfois légèrement dilacérés, sont d'une taille identique, 10 à 12 cm de longueur totale. Les espèces représentées sont *Boops boops*, *Diplodus annularis*, *Diplodus* sp., *Mullus* sp., *Serranus* sp. et *Microchirus ocellatus*.

Les seules observations de restes macroscopiques de proies planctoniques, sont les 9 coquilles du gastéropode opisthobranche planctonique (Ptéropode thécosome) *Cavolinia tridentata*. Elles ont été trouvées dans l'échantillon 13 qui provient du Caouanne de 40,5 cm (SCCL).

Sur la base des restes macroscopiques identifiables trouvés dans les échantillons, on peut être certains que les caouannes s'alimentent en hiver à partir de proies benthiques qui peuvent constituer des rations alimentaires très importantes.

Prises de température

Température de l'eau de mer

Lors de la première campagne de chalutage, la température moyenne en surface était de 17,1 °C (n = 6, SD = 0,42) et la température moyenne au fond de 17,13 °C (n = 3). La température moyenne de la mer était de 17,11 °C (n = 9, SD = 0,38). Au cours de la deuxième campagne de chalutage, la température moyenne de surface était de 16,72 °C (n = 17, SD = 0,24), celle au fond de 16,54 °C (n = 12, SD = 0,2) et celle de la mer de 16,64 °C (n = 29, SD = 0,24).

Température corporelle des caouannes

Les 41 mesures de températures rectales mesurées sur les 9 caouannes de la première campagne, ont pour valeur moyenne 17,46 °C (SD = 0,43). Cette valeur est significativement supérieure à la température moyenne de la mer durant cette période (test t unilatéral, P < 0,025).

DISCUSSION

NIVEAU DE PERTURBATION DES POPULATIONS DE CAOUANNES

Taille des individus capturés

En France méditerranéenne, un échantillon de 9 caouannes capturées par chalutage compte 11,1 % d'individus de taille supérieure ou égale à 70 cm (SCCL)

(Laurent, 1991). Cette proportion est significativement différente de celle de l'échantillon tunisien (test t de Fisher, $P < 0,01$). Il faut noter que la méthode d'échantillonnage utilisée en France (Laurent, 1991) est différente de celle employée en Tunisie lors des missions de chalutage. Cependant, cet échantillon semble être, d'après notre enquête auprès des patrons de chalutiers français, très représentatif de la population exploitée en France continentale par cette méthode de pêche. Toujours dans le bassin occidental de la Méditerranée, on dispose aussi d'un échantillon aléatoire simple de 472 caouannes capturées par les palangres flottantes espagnoles (Aguilar *et al.*, 1992), méthode de pêche qui capture le plus de tortues en Méditerranée. Cet échantillon compte 0,6 % d'individus de taille ≥ 70 cm. Cette proportion est aussi significativement différente de celle de l'échantillon tunisien (Khi carré, $P < 0,001$). On peut également utiliser la compilation de toutes les captures de caouannes faites dans un pays donné, classées dans la rubrique « toutes pêches ». Pour le bassin occidental de la Méditerranée, nous disposons des échantillons suivants : Algérie et Maroc ($n = 22$ et 4,5 % d'individus de taille ≥ 70 cm, Laurent, 1990a), aux Baléares ($n = 78$ et 5,1 %, Mayol et Mas, 1983) et en France continentale ($n = 47$ et 2,1 %, Laurent, 1991). Ces fréquences sont toutes significativement différentes ($P < 0,05$) de celles de l'échantillon tunisien obtenu avec la même procédure d'échantillonnage ($n = 147$ et 22,5 %). L'ensemble de ces résultats montre que la pêcherie tunisienne au chalut de fond, à la différence d'autres pêcheries du bassin occidental, capture une proportion beaucoup plus forte d'individus de grande taille. Cette situation pourrait être propre au bassin oriental de la Méditerranée, quelles que soient les saisons et les techniques de pêche.

Mortalité

Nos résultats confirment que les pêcheries méditerranéennes au chalut de fond entraînent un taux de mortalité halieutique très faible, voir nul. En Grèce, dans la baie de Lakonikos au Péloponèse, la pêche hivernale au chalut et à la senne de plage engendre un taux de mortalité halieutique de 0,03 (3 %) ($n = 38$) (Margaritoulis *et al.*, 1991). En été, dans le Sud tunisien, les caouannes capturées par les chaluts à la crevette sont ramenées vivantes (Bradai, 1992). En France, le chalutage engendre un taux de mortalité estimé à 0,033 ($n = 92$) (Laurent, 1991). Aux Etats-Unis au contraire, la pêche à la crevette au chalut entraîne de très nombreuses captures accidentelles estimées à $32\,120 \pm 2\,747$ /an pour les côtes atlantiques et à $10\,789 \pm 3\,453$ /an pour le golfe du Mexique (Henwood et Stunz, 1987). Dans ces régions, les taux de mortalité estimés sont respectivement de 0,21 et 0,29 (Henwood et Stunz, 1987). La mortalité est significativement corrélée à la durée du trait de chalut et est négligeable pour les traits d'une durée inférieure à 1 h. Mais la durée maximale des traits est de 6 h (Henwood et Stunz, 1987) ! Cette relation entre mortalité et durée du trait de chalut a également été signalée en Australie dans les pêcheries de crevettes (Poiner *et al.*, 1990).

Devant le très grand nombre de tortues tuées accidentellement chaque année aux Etats-Unis, un dispositif rajouté au filet crevettier a été mis au point pour diminuer le taux de mortalité halieutique de cet engin de pêche. Ce dispositif est le « turtle excluder device » (TED). Il permet l'évacuation hors du chalut en action de pêche des tortues marines et des poissons de grande taille (Center for Environmental Education, 1987). En hiver, dans le Sud tunisien, le TED n'est absolument pas nécessaire, pour trois raisons. Tout d'abord, le chalutage

engendre une mortalité halieutique nulle, du fait de la courte durée des traits de chalut qui se situe entre 1 h 30 et 2 h 00. Cette absence de mortalité durant ces traits de chalut pourrait résulter aussi de la faible température des eaux qui augmenterait les durées de plongée des tortues. Aux Etats-Unis, Wibbels (1989) a par exemple noté un taux de mortalité de 0,454 (n = 11) pour des traits de chalut de durée inférieure à 1 h 45, dans des eaux dont la température était élevée. Enfin, l'utilisation du TED serait tout à fait impossible en Tunisie car les espèces cibles ne sont pas des crevettes, mais des poissons dont la taille est parfois grande (Serranidae, sélaciens, Sparidae, etc...). En Tunisie pendant l'été, le chalutage est bien axé sur la pêche à la crevette *Penaeus kerathurus*, mais le taux de mortalité des caouannes semble rester nul et leur capture est très rare (Bradai, 1992).

Pendant l'hiver la mortalité des caouannes capturées par les chalutiers tunisiens est toujours volontaire. Les tortues capturées sont en effet gardées à bord des chalutiers, puis débarquées pour être vendues pour la consommation. Le nombre de caouannes débarquées est important. Le Service des pêches du port de Sfax a recensé pour les mois de janvier à avril, 883 débarquements en 1986, 2 122 en 1987 et 2 913 en 1988 (Laurent *et al.*, 1990). Ces tortues sont destinées en partie à la consommation personnelle des pêcheurs, mais surtout à la vente sur les marchés de Sfax et de différentes villes. Le marché aux poissons de Bab Jebli à Sfax est le lieu où l'on vend en Tunisie le plus de tortues marines. En 1989, 43 caouannes y furent tuées en 11 jours d'observation. La viande, ainsi que le tube digestif et le foie, étaient vendus 1,2 Dinars le kg. Seuls les Clupeidae (*Sardinella aurita*) et les petits Sparidae en vrac étaient vendus à plus bas prix. La viande de Caouanne est donc achetée par la population la plus pauvre. En 1989, trois poissonniers s'occupaient de l'égorgeage, de la découpe des caouannes et de la vente de leur viande. Lorsqu'il n'y en avait pas, ils découpaient et vendaient des sélaciens hypotrèmes. Ces poissonniers n'étaient spécialisés dans la vente des tortues marines que pendant les quatre premiers mois de l'année. Par la suite, la municipalité de Sfax a interdit la vente des tortues marines. En 1990, 5 visites du marché de Bab Jebli ont été effectuées en janvier et 2 en février et aucune Caouanne n'a été observée. Cette mesure de la municipalité de Sfax a entraîné une diminution des arrivages. Cependant, la vente de caouannes continue clandestinement.

COMPORTEMENT DES CAOUANNES EN HIVER

Localisation spatiale et bathymétrique

D'autres informations sur la localisation de captures par chalutage ont été recueillies (Fig. 1). Un chalutier commandé par un patron français a capturé, au cours d'une campagne de 40 traits de chaluts, 2 tortues le 2 mars 1989 près de la plateforme de forage située au nord-est de Jerba. La profondeur de capture fut de 33 m sur fond de sable. Au cours d'une autre campagne de 32 traits, il captura une Caouanne le 10 mars 1989 sur des fonds vaseux situés à 40 m (Claret, 1989, *in litt.*). Le 8 novembre 1988, un chalutier de Mahdia a capturé 17 tortues, dont une baguée en Grèce, dans un seul coup de chalut (!) au large des îles Kuriates, sur des fonds de 30 à 35 mètres (Haj M'Barek, 1988, *in litt.*). Selon les patrons des chalutiers de Sfax qui ont été interrogés, les fonds situés au large de la frontière

tuniso-libyenne sont les plus riches en caouannes. Dans les années 1985-87, le patron du chalutier sur lequel nous avons navigué pouvait y capturer une soixantaine de tortues en cinq jours de pêche. Ensuite, toujours d'après lui, ce sont les secteurs à l'est de Jerba et au sud-est des Kerkennas qui sont les plus riches. A la lumière de l'ensemble de ces données, on peut considérer qu'en hiver les caouannes se répartissent entre Sousse et la frontière libyenne, et non strictement dans le Golfe de Gabès *stricto sensu*, comme signalé par Laurent *et al.* (1990) à partir d'enquêtes orales. Les caouannes se localiseraient à la limite inférieure de l'herbier de *Posidonia oceanica*, sur des fonds sablo-vaseux, entre 30 et 45 m. Aux Etats-Unis, de nombreuses captures hivernales ont également été faites sur des fonds de 14,5 à 15,5 m (Carr *et al.*, 1980-81). Des observations en plongée sous-marine signalent la présence de caouannes sur des fonds de 27,4 m (Rouse, 1984). Les captures de caouannes par les crevettiers américains, qui pêchent de mai à décembre, ont lieu entre la surface et 18 mètres (Center for Environmental Education, 1986). Les captures par unité d'effort de pêche (CPUE) les plus importantes se situent à 12,8 m en Atlantique. Dans le Golfe du Mexique, les crevettiers capturent ces tortues entre la surface et 28 m de profondeur (Henwood et Stunz, 1987). Dans le nord de l'Australie, les captures par les crevettiers qui pêchent toute l'année, se situent entre 8 et 43 m, avec des CPUE maximales pour les fonds de 8 à 30 m (Poiner *et al.*, 1990). La répartition bathymétrique des caouannes en hiver serait ainsi liée au type de fond et à leur état de léthargie.

Léthargie hivernale

La majorité de nos 29 tortues capturées en 1989 contenait cependant de la matière organique fraîche non digérée dans leur tube digestif : 74 % de celles de taille inférieure à 70 cm et 80 % de celles de taille supérieure à ce seuil. Si on ne prend pas en compte les éponges de digestibilité probablement nulle, ni les poissons dont la présence dans les échantillons digestifs peut être accidentelle (voir plus loin), ces proportions restent encore de 21 % et de 40 %. En ce qui concerne les contenus digestifs sans matière organique, il faut se rappeler que la plupart des caouannes vendues au marché sont tuées au minimum 5 à 6 jours après leur capture, ce qui leur laisse tout le temps de digérer les aliments contenus dans leur tube digestif. Une fréquente présence de matière organique non digérée prouve qu'avant d'être pêchées nos caouannes s'alimentaient bien. Un tel comportement ne s'accorde pas avec l'immobilité et le jeûne propres à l'hibernation des Chéloniens. Les tortues d'eau douce hibernantes restent en effet immobiles pendant tout l'hiver dans la vase des étangs et des lacs, bien que des observations d'individus venant à la surface durant les jours les plus chauds de l'hiver aient été rapportées (Gatten, 1987). Les tortues vertes, observées dans un état d'hibernation dans le golfe de Californie, étaient immobiles, leur caparace recouverte d'algues, absentes en été (Felger *et al.*, 1976). En 1990, au cours des campagnes de chalutage, la Caouanne capturée dont le contenu stomacal a été étudié s'était également alimentée avant sa capture. Un autre élément va également à l'encontre d'une éventuelle hibernation, la température de l'eau de mer : celle-ci fut toujours supérieure à 16,3 °C en 1990. Or, d'après les deux seules observations d'hibernation ou d'état de léthargie hivernale faites jusqu'ici chez les tortues marines, cette situation ne se produirait qu'à des températures inférieures à 15 °C (Felger *et al.*, 1976 ; Carr *et al.*, 1980-81). Cependant, ce seuil pourrait être différent en Méditerranée. La température corporelle des caouannes capturées par chalutage

en 1990 ne nous est pas d'un grand secours, car on ne sait pas si elles étaient, au moment de leur capture, posées sur le fond ou au contraire enfouies dans le sable et la vase. Dans le premier cas, des températures supérieures à celles de l'eau de mer infirmeraient toute hibernation car, chez les tortues d'eau douce en réel état d'hibernation, la température corporelle n'est jamais supérieure à celle de leur milieu (Peterson, 1987). C'est également le cas chez les caouannes capturées en hiver et considérées en état de léthargie hivernale (Carr *et al.*, 1980-81). Dans le second cas, tout dépendrait de la température du fond sablo-vaseux, mais les études faites chez les tortues d'eau douce (Peterson, 1987) et la Couanne (Carr *et al.*, 1980-81), ont signalé une température de la vase supérieure à celle de la couche d'eau au-dessus du fond. Une léthargie hivernale en réaction à une diminution importante de la température des eaux, comme c'est le cas pour les Tortues vertes au Mexique (Felger *et al.*, 1976) et les caouannes aux Etats-Unis (Carr *et al.*, 1980-81), pourrait cependant très bien se produire certaines années dans le Sud tunisien. Pendant l'hiver 1969-70, dans le Golfe de Gabès, la température moyenne saisonnière superficielle tomba à 14,5 °C, et la température moyenne saisonnière à 20 m de profondeur à 14,4 °C (Ktari-Chakroun et Azouz, 1971).

Comportement de plongée

Une léthargie hivernale (hibernation) ou des séjours au fond avec remontées en surface durant la nuit — phénomènes faisant tous deux intervenir des processus d'immersion de type anaérobie — peuvent donc être écartés dans notre cas. Tout au plus pourrait-on faire l'hypothèse d'un séjour prolongé sur le fond au cours de simples plongées de routine en aérobiose.

Quatre éléments sont en faveur d'une telle hypothèse (1). De telles plongées ont été observées en milieu naturel. Le temps moyen du séjour en surface entre deux plongées de 14 caouannes suivies pendant 35 jours au printemps par radio-pistage enregistré, fut de $2,7 \pm 0,22$ mn (Nelson *et al.*, 1987). Sur une autre tortue adulte radio-pistée pendant 136 heures en été, cette moyenne fut de 1,32 mn (Soma, 1985) (2). Chez la Caouanne, la faible température de l'eau de mer entraîne une diminution de la consommation d'oxygène (Lutz *et al.*, 1989), ce qui permet d'augmenter la durée des plongées (3). Les tortues marines n'ont besoin que d'un court séjour en surface pour se réalimenter en oxygène entre deux plongées ; parfois une seule expiration et inspiration leur suffit (Teney *et al.*, 1974 ; Lutz et Bentley, 1985 ; Gatz *et al.*, 1987). Cette unique respiration peut même ne durer que quelques secondes ! (4) En hiver, la température de l'air est généralement inférieure à celle de l'eau de mer, ce qui favoriserait la réduction de ce séjour en surface au strict minimum. Dans ces conditions, à la différence du bassin occidental de la Méditerranée en période estivale (Laurent, 1988), la probabilité d'observer une Caouanne en surface devient alors très faible.

Alimentation

La connaissance de l'alimentation des caouannes en Méditerranée était basée jusqu'ici sur quelques descriptions éparées de contenus digestifs d'individus isolés (Steuer, 1905 ; Mienis, 1977 ; Salvador, 1978 ; Ilani, 1979 ; Basso et Cocco, 1986 ; Delaunoy, 1987). La présente étude apporte de nombreuses données nouvelles

sur l'alimentation d'individus de différentes tailles, en hiver, dans le Sud tunisien. Les restes animaux et végétaux identifiés sont mentionnés au tableau II ; ils peuvent être classés en trois catégories.

Restes qui ne proviennent pas de proies.

Il s'agit d'organismes probablement absorbés accidentellement, vivants ou morts, entiers ou non, lors de la recherche de nourriture. Ce sont des restes de végétaux, des corallites de scléractiniaires et un petit cirripède balanomorphe. Certains fragments de valves de lamellibranches (*Pteria hirundo*) et de test d'oursin pourraient également être rangés dans cette catégorie. La présence d'algues dans un contenu digestif a été déjà signalée par Basso et Cocco (1986) en Méditerranée et par Acevedo *et al.* (1984) et Plotkin (1989). Ce dernier auteur signale que les algues ingérées par des subadultes et des adultes sont des débris flottants. Dans notre cas, elles ont certainement été absorbées sur le fond où elles sont communes (Azouz, 1971). Ces algues n'étaient pas digérées.

Restes de proies capturées mortes.

Dans cette catégorie, on peut inclure les débris d'os de seiche dont l'un présente un cirripède fixé, ce qui prouve que l'animal était mort. Peut-être même l'os flottait-il à la surface (Boletzky, com. pers.). Pour les deux autres fragments de sépion, l'ingestion d'un os de seiche flottant est-il possible, tout comme l'absorption d'une seiche entière morte sur le fond et provenant des déchets de chalutier ? Par contre, la capture d'une seiche vivante semble peu vraisemblable du fait de la vitesse de nage de cet animal. Des restes de calamars ont cependant été trouvés dans des contenus digestifs de Caouanne en Méditerranée par Salvador (1978) et Delaugerre (1987). Dans ces cas, l'absorption *post mortem* est moins plausible. Les poissons entiers trouvés dans 7 de nos échantillons ont deux origines possibles. Il pourrait s'agir de poissons rejetés morts à la mer par les chalutiers et ingérés sur le fond par les tortues. Leur taille s'accorderait bien avec cette hypothèse et Ilani (1979) a effectivement observé des caouannes consommant des poissons morts, après une pêche à la dynamite. L'autre possibilité est l'ingestion de poissons offerts par les pêcheurs sur le pont des chalutiers. Cette origine est fort probable pour nos échantillons stomacaux. Comme pour la Seiche, la capture d'un poisson vivant ne paraît guère probable. Basso et Cocco (1986), ont également mentionné la présence de restes de poisson St Pierre *Zeus faber* et de maquereaux *Scomber scombrus* dans l'estomac de caouannes.

Restes de proies capturées vivantes.

Ce sont les restes les plus nombreux.

Proies planctoniques

Une seule proie planctonique a été identifiée, le ptéropode *Cavolinia tridentata*. Sa fréquence numérique est très faible, ainsi que son occurrence (Tab. II). Ce mollusque a déjà été signalé dans un tube digestif d'une Caouanne de 26 cm (SSCL) pêchée au large des Açores (Van Nierop et Den Hartog, 1984). Trois causes peuvent expliquer la rareté des proies planctoniques dans nos échantillons. Tout d'abord ces proies ont une teneur en eau très élevée et ne possèdent que rarement des structures chitineuses ou calcifiées, d'ailleurs très minces. De ce fait, la durée de séjour de ce type de proies dans le tube digestif est très courte, et on ne doit pas s'attendre à en retrouver plusieurs jours après la capture. Par ailleurs,

les organismes du macroplankton sont plus rares en hiver qu'en été. Enfin, l'analyse macroscopique des échantillons ne peut révéler la présence des nématocystes des cnidaires planctoniques. L'observation du seul reste animal planctonique chez un individu de petite taille (40,5 cm, SCCL), s'inscrit dans le schéma général d'un comportement plus pélagique pour les caouannes de petite taille, comme proposé par Hughes (1974).

Proies benthiques

Sur la base de la fréquence numérique (ou du volume) et de l'occurrence (Tab. II), on peut affirmer que les proies les plus importantes pour les caouannes sont les gastéropodes Muricidae (*Hexaplex trunculus* et *Bolinus brandaris*), les crustacés anomoures (pagures, *Paguristes* sp.) et les éponges. Chez les échantillons de tortues de taille inférieure à 70 cm, la fréquence numérique des deux premiers types de proies est inversée. Ensuite, toujours sur la base de la fréquence numérique et de l'occurrence, viennent des proies secondaires : bivalves et holothuries. Enfin, les proies annexes sont les crustacés brachyours (crabes), les oursins irréguliers, et les céphalopodes octopodes. C'est du moins ce qui ressort de l'étude de nos échantillons, mais on ne peut pas forcément en déduire le régime ni les préférences alimentaires benthiques des caouannes. La durée de séjour d'un reste identifiable dans le tube digestif est en effet très variable selon les types de proies. Un cnidaire benthique aura peu de chances d'être observé dans les conditions où nous avons travaillé. Un opercule de gastéropode et un chélipède de pagure auront par contre, de par leur taille et leur forme, une probabilité plus forte de rester fixés sur la muqueuse intestinale et d'être recensés. De plus, aucune analyse volumétrique des proies n'a pu être faite qui aurait donné une image plus réaliste du spectre alimentaire.

Ce classement paraît cependant logique, car il reflète l'abondance de ces proies sur les fonds de l'infra littoral et du circa littoral du Sud tunisien. Le gastéropode *Hexaplex trunculus* et le pagure *Paguristes oculatus*, sont, en effet, considérés comme abondants dans le Golfe de Gabès (Ben Othman, 1971). Les holothuries du genre *Holothuria* et *Stichopus* sont aussi très communes (Azouz, 1971 ; Ben Othman, 1971). Pour les éponges la situation est néanmoins différente. Celles-ci sont très communes dans le Golfe de Gabès où plus de 200 espèces sont représentées (Vacelet, com. pers.). Mais les plus communes sont les éponges cornées *Hippospongia communis*, *Spongia officinalis* (Azouz, 1971 ; Ben Othman, 1971), dont le squelette est composée uniquement de fibres de spongine, les éponges riches en collagène et en spicules siliceux, dont le « pain de mer » *Geodia* sp. (Vacelet, com. pers.) et de nombreuses autres espèces. Les éponges trouvées dans les échantillons, *Chondrosia reniformis* (et peut-être *Chondrilla nucula*) et *Tethya citrina*, ne sont donc pas les plus communes. Steuer (1905) a aussi signalé la présence de *Tethya lyncurium* et de *Suberites* sp. dans les matières fécales d'une Caouanne de Méditerranée et Acevedo *et al.* (1984) à Cuba mentionnent seulement *Chondrilla nucula*, dans 3 des 9 contenus de caouannes qu'ils ont analysés. En Mer des Caraïbes, les éponges *Chondrilla nucula*, *Geodia* sp., *Suberites* sp., *Chondrosia* sp., *Tethya* sp. et d'autres espèces constituent également la nourriture de base de la Tortue à écailles *Eretmochelys imbricata* spongivore (Meylan, 1988).

Chez la Caouanne, et en Méditerranée plus particulièrement, on peut se demander si les éponges ingurgitées possèdent une réelle valeur nutritionnelle.

Plusieurs faits permettent de se poser cette question. Toutes les éponges trouvées dans les échantillons ne présentaient aucun début de digestion. L'analyse de fragments de *Chondrosia reniformis* prélevés dans un gros intestin, a montré que les fibrilles de collagène, qui constituent le principal élément organique de l'espèce, n'étaient pas modifiées, montrant ainsi une absence de dégradation digestive. Il se pourrait donc que ces éponges soient ingérées pour leur faune bactérienne ou la présence d'oligoéléments (vitamines, minéraux, etc...); elles n'auraient en ce cas aucun rôle énergétique. D'après Bjorndal (1990), cela pourrait expliquer la présence de *Chondrilla nucula* dans le spectre alimentaire de la Tortue verte *Chelonia mydas* herbivore. Une autre hypothèse peut cependant être proposée. Les caouannes pourraient ingurgiter accidentellement les éponges des trois espèces mentionnées. Elles sont, en effet, de petite taille et forment des agrégats lobés (Chondrosiidae) ou des structures globuleuses plus isolées (*Tethya citrina*) qui peuvent aisément être pris pour des coquilles de gastéropodes ou des holothuries. Les proies dominantes d'un point de vue numérique dans les échantillons digestifs, gastéropodes, pagures vivant dans des coquilles de gastéropodes, holothuries et bivalves, sont, en effet, de petite taille et de forme globuleuse. L'absence dans les contenus digestifs d'autres espèces d'éponges plus communes mais de plus grande taille serait en faveur de cette hypothèse. Les éponges trouvées chez les caouannes et signalées par Acevedo *et al.* (1984) sont aussi de forme globuleuse, tout comme l'espèce de *Suberites* mentionnée par Steuer (1905) qui peut s'établir sur la coquille « pagurisée » d'un gastéropode.

Les résultats de cette étude indiquent donc que les caouannes de grande taille (≥ 70 cm) s'alimentent en hiver dans le Sud tunisien à partir du benthos de substrat meuble (gastéropodes, pagures, holothuries, bivalves). C'est aussi le cas des tortues de taille inférieure à 70 cm. Chez des subadultes et adultes, cette alimentation benthique (quelles que soient les saisons) a également été mise en évidence en Afrique du Sud (Hughes, 1974) et dans le Golfe du Mexique chez des spécimens échoués dont le contenu digestif fut analysé (Plotkin, 1989). Une alimentation d'origine benthique chez les adultes a aussi été évoquée pour expliquer la présence de métaux lourds dans les oeufs de caouannes aux USA, les invertébrés benthiques concentrant ces polluants (Stoneburner *et al.*, 1980).

UNE ZONE D'HIVERNAGE TUNISIENNE ?

Deux éléments permettent d'avancer le fait que le Sud tunisien est bien une aire d'hivernage pour des caouannes du bassin oriental :

(1) le long des côtes sud de la Tunisie, comme le long de toutes les côtes de ce pays, les sites de ponte sont très rares (Laurent *et al.*, 1990). Des missions récentes de Sargaminaga (1990) et de MM. Said Nouira et Mohamed Nejmedine Bradai (*in* Laurent *et al.*, 1992) sur certaines parties du littoral tunisien, ont confirmé ce fait. Les très nombreux individus de grande taille (≥ 70 cm), probablement adultes, capturés en hiver dans cette zone ne peuvent donc pas tous provenir de Tunisie. Cela a été montré par des recaptures de caouannes baguées ailleurs en Méditerranée. On sait par exemple que 14 femelles adultes baguées à Zakynthos lors de nidifications, ont été recapturées dans le Sud tunisien en hiver, soit 41 % des recaptures (Margaritoulis, 1988a).

(2) La pêche du chalut de fond de la crevette en été dans le Sud tunisien capture peu de caouannes (Bradai, 1992). Le nombre de tortues déclarées au cours de 1 569 débarquements en 1991, lors de la première campagne de pêche à la

crevette du 1^{er} juin au 31 juillet, n'était que de 10 (Bradai, 1992). Cet auteur estime à 20 le total de caouannes capturées lors de cette campagne. D'après les données recueillies auprès du Service des Pêches du port de Sfax (Laurent *et al.*, 1990), les captures sont par contre très nombreuses durant les 4 premiers mois de l'année. Il faut préciser cependant, que l'effort de pêche des pêcheries au chalut de fond est la plus forte en hiver et diminue à partir du printemps. Selon le patron du chalutier sur lequel nous avons navigué, les chalutiers qui pêchent le poisson en hiver délaissent parfois le chalutage à partir du mois d'avril pour se consacrer à la pêche au thon à la ligne. De plus, au mois d'août, la plupart des chalutiers sont en réparation. Enfin, durant les campagnes de pêche à la crevette, l'effort de pêche est limité à des zones réglementées bien délimitées qui sont peu profondes et différentes de celles chalutées en hiver.

Comment expliquer un tel rassemblement migratoire ? On peut évoquer tout d'abord le fort gradient thermique nord-sud des eaux superficielles dans le bassin oriental de la Méditerranée en hiver. Les tortues recherchaient durant cette saison des eaux plus chaudes. La deuxième raison pourrait être d'ordre trophique. Nous avons en effet montré que les caouannes, notamment celles de taille supérieure à 70 cm, exploitent intensément le benthos de substrat meuble de cette région durant leur séjour. Cette alimentation benthique hivernale pourrait alors être liée à la préparation de leur prochaine reproduction.

Le rassemblement hivernal côtier ici décrit a été révélé dans le Sud tunisien par le chalutage pratiqué intensément par une importante flottille de chalutiers (plus de 250), mais il semble aussi s'en produire ailleurs. Ce phénomène a été en effet constaté par chalutage dans la baie de Lakonikos au Péloponèse (Grèce), où l'analyse des captures accidentelles par unité d'effort de pêche montre bien que ces captures ont lieu plutôt en hiver (Margaritoulis *et al.*, 1992). Le nombre de captures accidentelles y est cependant beaucoup plus faible qu'en Tunisie. Le nord de l'Adriatique pourrait être aussi une zone de rassemblement hivernal, des captures par chalutage y ont eu lieu en hiver (Argano et Cocco *in* Groombridge, 1990), mais on ne connaît pas leur importance. Enfin, en Turquie orientale où les eaux superficielles ont une température relativement élevée en hiver, Gruvel (1931) a signalé de très nombreuses captures de caouannes au chalut ; sur les côtes du golfe de Tarse, il a été ramené une soixantaine de ces chéloniens dans un seul coup de chalut ; malheureusement cet auteur ne donne aucune indication sur les saisons de capture. La présence de caouannes en hiver dans la partie nord occidentale du bassin oriental de la Méditerranée (Adriatique, Grèce) montre que ces tortues effectuent des déplacements hivernaux différents, en relation peut-être avec l'âge ou le cycle de reproduction. En fait, toutes les zones marines du bassin oriental présentant de vastes étendues de fonds meubles entre 20 et 50 m pourraient probablement servir de lieux de rassemblement hivernal pour les caouannes. Les côtes sud du bassin oriental seraient, pour des raisons océanographiques (température des eaux plus élevée), les plus propices. Le grand nombre de captures effectuées au large de la frontière tuniso-libyenne (Fig. 1), suggère l'existence de rassemblements importants de caouannes le long des côtes libyennes les plus occidentales. Plus au sud-est, le golfe de Syrte en Libye et les côtes d'Égypte comportent des zones peu profondes encore peu dégradées et pas ou peu exploitées par le chalutage. Des rassemblements hivernaux de caouannes d'une ampleur égale ou supérieure à celle du Sud tunisien pourraient fort bien y avoir lieu, en provenance du nord ; une Caouanne marquée à Zakynthos a d'ailleurs été recapturée en Libye (Margaritoulis, 1988a).

RÉSUMÉ

Les auteurs ont étudié les niveaux de perturbation démographique de la population méditerranéenne de *Caretta caretta* par la pêche hivernale au chalut de fond dans le Sud tunisien, ainsi que le comportement hivernal jusqu'à présent inconnu de cette espèce en Méditerranée orientale. A la différence du bassin occidental de la Méditerranée, les échantillons de caouannes capturées en Tunisie en hiver comportent un fort pourcentage d'individus de grande taille (≥ 70 cm SCCL), probablement adultes. Cette technique de pêche entraîne un taux de mortalité halieutique pratiquement nul. Le TED n'y est donc pas du tout nécessaire. Durant les hivers 1989 et 1990, l'analyse de contenus stomacaux de tortues capturées a permis d'affirmer que les caouannes du Sud tunisien s'alimentent et ne sont donc pas en état de léthargie hivernale. La température rectale des tortues à la sortie du chalut fut aussi significativement supérieure à la température moyenne de l'eau de mer. On ne sait cependant pas si les caouannes sont lors de leur capture posées sur le fond ou enfouies dans le sable ou la vase. En hiver, les caouannes mangent des invertébrés benthiques du substrat meuble (gastéropodes, décapodes anomoures et holothuries). Le Sud tunisien semble bien être une zone d'hivernage pour les caouannes de Méditerranée mais d'autres zones d'hivernage sont à rechercher le long des côtes de Libye, d'Égypte et d'autres pays du bassin oriental.

SUMMARY

The incidental catch of the Mediterranean loggerhead turtle *Caretta caretta* during winter by trawlers in southern Tunisian waters is far from negligible, though the turtles are all captured alive. Subsequently, they are sold for human consumption at local fish markets. The TED is therefore not necessary for this fishery.

Contrary to what is the case in the western Mediterranean basin, a high percentage of loggerheads caught in Tunisian waters are large (≥ 70 cm SCCL) and quite likely adults.

The identification of prey items recovered from the captured turtles during our 1989 and 1990 investigations show that they fed mostly on benthic gastropods, hermit crabs, holothurians and sponges. Therefore, they did not fast in winter, and were not lethargic. Their rectal temperature was also higher than that of the sea water, but we do not know whether they were resting on the sea bottom or were burried in sediments at the time of their capture.

Southern Tunisian coastal waters appear to be an important wintering area for Mediterranean loggerheads; others are likely to exist along the Libyan and Egyptian coasts.

REMERCIEMENTS

Nos missions ont été financées par le W.W.F. International. Nous exprimons toute notre reconnaissance à tous les poissonniers du marché de Bab Jebli, aux pêcheurs du chalutier A (M. Mejri, J. Ben Said, B.K. Abdelhamid Ben Salah, K. Mahgou, C. Thabet, K. Ben Ameur et les autres), ainsi qu'à tous les pêcheurs du port de Sfax. Ceux-ci n'ont jamais cessé de nous témoigner leur sympathie

et leur hospitalité. Nous remercions aussi pour leur aide et leur accueil, M.H. Ktari (Recteur de l'Université de Sfax), M.N. Bradai, A. Abdelmouleh et M.G. Ghorbel (INSROP Sfax). Nous tenons à remercier également les différents spécialistes qui se sont penchés avec courage sur des restes de proies parfois très dégradés : Jean Vacelet (Centre d'Océanologie de Marseille) pour les éponges, Serge Gofas (Muséum National d'Histoire Naturelle) pour les gastéropodes et les bivalves, Sigurd Boletzky (Laboratoire Arago) pour les céphalopodes, Jean Forest et Michèle de Saint Laurent (Muséum National d'Histoire Naturelle) pour les crustacés décapodes, Helmut Zibrowius (Centre d'Océanologie de Marseille) pour les scléractiniaux, Bruno David (Institut des Sciences de la Terre, Dijon) pour les oursins et Catherine Vadon (Muséum National d'Histoire Naturelle) pour les holothuries. Nous remercions vivement Robert Garrone et J. Comte (Institut de Biologie et Chimie des Protéines, Lyon) pour l'analyse des fibres de collagène de certaines éponges. Nous remercions enfin P. Joly (Laboratoire de Biologie Animale, Lyon) pour son aide, et les rapporteurs pour les nombreuses suggestions.

RÉFÉRENCES

- ACEVEDO, M., GOMEZ, O. & BEROVIDES, V. (1984). — Alimentacion de tres especies de quelonios marinos en la plataforma suroccidental de Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas*, 5 : 29-35.
- AGUILAR, R., MAS, J. & PASTOR, X. (1992). — Impact of spanish Swordfish longline fisheries on the Loggerhead sea turtle *Caretta caretta* population in the western Mediterranean. In Richardson, J.I., Richardson, T.R. and Nejat (eds.). *Proceedings of the 12th Annual Workshop on Sea Turtle Biology and Conservation*, Miami.
- AZOUZ, A. (1971). — *Etude des biocoenoses benthiques et de la faune ichtyologique des fonds chalutables de la Tunisie : régions Nord et Sud-Est*. Thèse de doctorat, Université de Caen.
- BASSO, R. & COCCO, M. (1986). — Il progetto nazionale Tartarughe marine. *Thalassia Salentina*, 16 : 65-72.
- BATSCHLET, E. (1981). — *Circular Statistics in Biology*. Academic Press, London.
- BEN OTHMAN, S. (1971). — *Le Sud tunisien (Golfe de Gabès) : hydrologie, sédimentologie, flore et faune*. Thèse de doctorat, Université de Tunis.
- BJORNDAAL, K.A. (1990). — Digestibility of the sponge *Chondrilla nucula* in the green turtle, *Chelonia mydas*. *Bull. Mar. Sc.*, 47 : 567-570.
- BRADAI, M.N. (1992). — Les captures accidentelles de *Caretta caretta* au chalut benthique dans le Golfe de Gabès. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 33 : 285.
- CARR, A., OGREN, L. & Mc VEA, C. (1980). — Apparent hibernation by the atlantic Loggerhead turtle off Cape Canaveral, Florida. *Biol. Cons.*, 19 : 7-14.
- CENTER FOR ENVIRONMENTAL EDUCATION (1986). — *Sea Turtles and Shrimps Trawlers*. Center for Environmental Education, Washington D.C.
- DELAUGERRE, M. (1987). — Statut des tortues marines de la Corse et de la Méditerranée. *Vie Milieu*, 37 : 243-264.
- FELGER, S.A., CLIFFTON, K. & REGAL, R. (1976). — Winter dormancy in sea turtles : independent discovery and exploitation in the Gulf of California by two local cultures. *Science*, 191 : 283-285.
- GATTEN, R.E. (1987). — Cardiovascular and other physiological correlates of hibernation in aquatic and terrestrial turtles. *Amer. Zool.*, 27 : 59-68.
- GATZ, R.N., GLASS, M.L. & WOOD, S.C. (1987). — Pulmonary function of the Green sea turtle, *Chelonia mydas*. *J. Applied. Physiol.*, 62 : 459-463.
- GROOMBRIDGE, B. (1990). — *Les tortues marines en Méditerranée : distribution, populations, protection*. Conseil de l'Europe, Strasbourg.
- GRUVEL, A. (1931). — *Les états de Syrie, richesses marines et fluviales, exploitation actuelle, avenir*. Société d'Éditions Maritimes et Coloniales, Paris.
- HENWOOD, T.A. & STUNZ, W.E. (1987). — Analysis of sea turtles captures and mortalities during commercial shrimp trawling. *Fisheries Bulletin*, 85 : 813-817.
- HUGHES, G.R. (1974). — *The sea turtles of South-East Africa II. The biology of the Tongaland Loggerhead Turtle *Caretta caretta* L. with comments on the Leatherback Turtle *Dermochelys coriacea* L. and the Green Turtle *Chelonia mydas* L. in the study region*. The Oceanographic Research Institute, Durban.

- ILANI, G. (1979). — Sea turtles in Rosh Hanikra. *Israel Land and Nature*, 2 : 89-89.
- KTARI-CHAKROUN, F. & AZOUZ, A. (1971). — Les fonds chalutables de la région sud-est de la Tunisie. *Bull. Inst. Oceanogr. Pêches Salammbô*, 2 : 5-47.
- LAURENT, L. (1988). — Observations pélagiques de la Caouanne, *Caretta caretta* (Chelonii, Cheloniidae) en Méditerranée occidentale. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 45 : 9-16.
- LAURENT, L. (1990a). — Les Tortues marines en Algérie et au Maroc (Méditerranée). *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 55 : 1-23.
- LAURENT, L. (1990b). — L'origine des tortues Caouanne *Caretta caretta* de Méditerranée occidentale. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 32 (1) : 240.
- LAURENT, L. (1991). — Les tortues marines des côtes françaises méditerranéennes continentales. *Faune de Provence (C.E.E.P.)*, 12 : 76-90.
- LAURENT, L., NOUIRA, S., JEUDY DE GRISSAC, A. & BRADAI, M.M. (1990). — Les tortues marines de Tunisie : premières données. *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 53 : 1-17.
- LAURENT, L., NOUIRA, S., BRADAI, M.N. & LESCURE, J. (1993). — *Tortues marines en Tunisie, Algérie et Maroc méditerranéen*. W.W.F. International, Project 3937. Rapport scientifique final.
- LUTZ, P.L. & BENTLEY, T.B. (1985). — Respiratory physiology of diving in the sea turtle. *Copeia*, 1985 : 671-679.
- LUTZ, P.L., BERGEY, A. & BERGEY, M. (1989). — Effects of temperature on gas exchange and acid-base balance in the sea turtle *Caretta caretta* at rest and during routine activity. *J. exp. Biol.*, 144 : 155-169.
- MARGARITOULIS, D. (1982). — Observations on Loggerhead sea turtle *Caretta caretta* activity during three nesting seasons (1977-1979) in Zakynthos, Greece. *Biol. Cons.*, 24 : 193-204.
- MARGARITOULIS, D. (1987). — *Nesting activity and factors affecting breeding of the Loggerhead sea turtle Caretta caretta in Greece*. Ministry of the environment, Physical Planning and Public Works, Athens Greece. Final Report on contract n° ENV-790-GR.
- MARGARITOULIS, D. (1988a). — Post-nesting movement of Loggerhead sea turtles tagged in Greece. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 31 (2) : 284.
- MARGARITOULIS, D. (1988b). — Nesting of the Loggerhead sea turtle *Caretta caretta* on the shores of Kiparissia Bay, Greece, in 1987. *Mésogée*, 48 : 59-65.
- MARGARITOULIS, D. (1992). — Incidental catch of sea turtles in Greece : the case of Lakonikos bay. In Salmon, M. and Wyneken, J. (eds.). *Proceedings of the Eleventh Annual Workshop on Sea Turtle Biology and Conservation*. U.S. Department of Commerce. Miami, pages 168-170.
- MAYOL, J. & MAS, M.C. (1983). — *Contribucion al conocimiento de la Tortuga boba, Caretta caretta, en las Baleares*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion. Servicio Provincial del I.C.O.N.A. en Baleares, Palma de Mallorca.
- MEYLAN, A. (1988). — Spongivory in Hawksbill turtles : a diet of glass. *Science*, 239 : 393-395.
- MIENIS, H.K. (1977). — Mollusken uit de maag van een zeeschildpad. *Correspondentieblad Ned. Malac. Veren.*, 175 : 646-648.
- NELSON, W.R., BENIGNO, J. & BURKETT, S. (1987). — Behavioral patterns of Loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, in the Cape Canaveral area as determined by radio monitoring and acoustic tracking. In Witzell, W.N. (ed.). *Ecology of East Florida Sea Turtles. Proceedings of the Cape Canaveral, Florida sea turtles Workshop, Miami, Florida, February 26-27, 1985*. U.S. Department of Commerce. NOAA. NMFS, Miami.
- OGREN, L. & Mc VEA, C. (1982). — Apparent hibernation by sea turtles in north american waters. In Bjorndal, K. (ed.). *Biology and Conservation of Sea Turtles. Proceedings of a World Conference on Sea Turtle Conservation*. Smithsonian Institution Press., Washington, p. 127-132.
- PETERSON, C.C. (1987). — Thermal relations of hibernating painted turtles, *Chrysemys picta*. *J. Herpetol.*, 21 : 16-20.
- PLOTKIN, P. (1989). — Feeding ecology of the Loggerhead sea turtle in the northwestern Gulf of Mexico. In Eckert, S.A., Eckert, K.L. and Richardson, T.R. (eds.). *Proceedings of the Ninth Annual Workshop on Sea Turtle Conservation and Biology*. U.S. Department of Commerce. NOAA. NMFS, Miami, p. 139-141.
- POINER, I.R., BUCKWORTH, R.C. & HARRIS, N.M. (1990). — Incidental capture and mortality of sea turtles in Australia's northern prawn fishery. *Aust. J. Mar. Freshwater.*, 41 : 97-110.

- PRITCHARD, P., BACON, P., BERRY, F., CARR, A., FLETMEYER, J., GALLACHER, R., HOPKINS, S., LANKFORD, R., MARQUEZ, M.R., OGREN, L., PRINGLE, W., REICHART, H. & WITHMAN, R. (1983). — *Manual of Sea Turtle Research and Conservation Techniques*, 2nd ed. Center for Environmental Education, Washington D.C.
- ROUSE, N. (1984). — Buried alive. *Sea frontiers*, 30 : 281-283.
- SALVADOR, A. (1978). — Materials para una herpetofauna balearica 5. Las salamanquesas y tortugas del archipiélago de Cabrera. *Doñana Acta Vertebrata*, 5 : 1-16.
- SARGAMINAGA, R. (1990). — *Sea Turtle Nesting Survey. Tunisia 1990. Carried out for Greenpeace Mediterranean Project by research ship « Toftevaag »*. Rapport inédit.
- SOMA, M. (1985). — Radio biotelemetry system applied to migratory study of turtle. *J. Fac. Mar. Sci. Technol.*, Tokay Univ., 21 : 47-56.
- STEUER, A. (1905). — Uber das Kiemenfilter und die Nahrung adriatischer Fische. *Verh. K.K. Zool. Bot. Ges. Wien.*, 55 : 275-299.
- STONEBURNER, D.L., NICORA, M.N. & BLOOD, E.R. (1980). — Heavy metals in Loggerhead sea turtle eggs (*Caretta caretta*) : evidence to support the hypothesis that demes exist in the western atlantic population. *J. Herpetol.*, 14 : 171-175.
- TENEY, S.M., BARTLETT, D., FARBER, J.P. & REMMERS, J.E. (1974). — Mechanics of the respiratory cycle in the green turtle (*Chelonia mydas*). *Respiration Physiology*, 22 : 361-368.
- VAN NIEROP, M.M. & DEN HARTOG, J.C. (1984). — A study on the gut contents of five juvenile Loggerhead turtles, *Caretta caretta*, from the south-eastern part of the north atlantic Ocean, with emphasis on coelenterate identification. *Zool. Meded.*, 59 : 35-54.
- WHITMORE, C., JESU, R. & REYNOLDS, P. (1991). — *Sardinia. An Assessment of Beaches for Loggerhead Turtle nesting*. MEDASSET.
- WIBBELS, T. (1989). — Shrimp trawl induced mortality of sea turtles during short duration trawling. *Marine Turtle Newsletter*, 47 : 3-5.